czywistych liczb $^*R$ nie jest jednoznaczny w tym sensie, że istnieje wiele uporządkowanych ciał $^*R$ posiadających wymagane własności oraz nie istnieje naturalny sposób wyróżnienia któregoś z $^*R$. Istnienia ciała $^*R$ dowodzi się dwoma metodami. Pierwsza polega na zastosowaniu twierdzeń logiki matematycznej. Twierdzenia te mówią o istnieniu pewnych struktur posiadających określone własności. Druga z metod polega natomiast na ich konstrukcji. Liczby całkowite można traktować jako klasę równoważnych ciągów fundamentalnych /Cauchye'go/ liczb wymiernych. Konstrukcja $^*R$ jest do pewnego stopnia analogiczna.

6. Analiza niestandardowa ma swoją krótką historię sięgającą lat sześćdziesiątych. I jak to zwykle bywa w matematyce doczekała się już opracowań książkowych, jest tematem sympozjów naukowych, a pewne problemy matematyczne znalazły w niej rozwiązanie. Jej nauczanie na uniwersytetach wysubtelnia umysły studentów na magię dowodów analizy. Uczy to nas jednego, jak dalece pożyteczne jest sięganie do starych idei wielkich mistrzów.

Marek Szydłowski

Michał H e l l e r, Teoretyczne podstawy kosmologii. Warszawa 1988, ss. 195. PWN

Obserwowany obecnie dynamiczny rozwój kosmologii przyrodniczej przejawia się nie tylko w ilości ukazujących się publikacji, ale również w stosowaniu do zagadnień kosmologicznych coraz to nowych nieraz bardzo wyrafinowanych metod matematycznych. Prowadzi to często do zaskakujących rozwiązań stawiających dotychczasowe ujęcia kosmologiczne w nowym, nie zawsze zrozumiałym do końca świetle.

Odczuwa się więc potrzebę pewnego usystematyzowania problematyki kosmologicznej, spojrzenia na nią z perspektywy jej podstawowych zasad i metod, co pozwoliłoby zarówno na głębsze zrozumienie samej istoty kosmologii, jak i na ukazanie dalszych dróg jej rozwoju.

Próbą wyjścia naprzeciw tego rodzaju zapotrzebowaniom jest omawiana tu książka jednego z najwybitniejszych polskich kosmologów, autora wielu interesujących prac z zakresu nie tylko samej kosmologii, ale i jej historii oraz filozoficz-

nych aspektów. Już sam tytuł książki wskazuje, że jest to spojrzenie na kosmologię od strony jej bazy teoretycznej, co w istotny sposób rzutuje na przyjmowaną przez Autora koncepcję kosmologii. Myślą przewodnią książki, jak czytamy we wstępie /s. 7/, jest to, że "świat jest pewną strukturą", którą "można badać bądź matematycznymi metodami lokalnymi, bądź nielokalnymi /globalnymi/". Kosmologia jest badaniem tej struktury metodami globalnymi i dlatego nazywa się ją w książce fizyką nielokalną. Oznacza to odwoływanie się do wypracowanych na gruncie matematyki tzw. metod globalnych, które w przekonaniu Autora w zasadniczy sposób decydują o charakterze kosmologii stanowiąc jedną z istotnych jej części. W tym więc ujęciu kosmologia to nie tylko teoria modeli kosmologicznych, ale również analizy globalnej struktury czasoprzestrzeni oraz różnego rodzaju nielokalne elementy w obu teoriach względności.

Przyjęta w punkcie wyjścia powyższa koncepcja kosmologii wyznacza w sposób zasadniczy tematyczną strukturę książki. Dwa jej pierwsze rozdziały prezentują założenia i podstawy współczesnej geometrii czasoprzestrzeni. Dowiadujemy się więc z rozdziału pierwszego, że matematycznym modelem fizycznej czasoprzestrzeni jest czterowymiarowa rozmaitość różniczkowa. Jest ona swojego rodzaju matematyczną sceną, na której można dopiero uprawiać fizykę. Stwierdzenie to wymagało uprzedniego zapoznania z podstawową wiedzą z zakresu rozmaitości różniczkowej. Autor czyni to, podobnie jak i w innych przypadkach, w formie raczej repetytorium niż systematycznego wykładu odsyłając bliżej zainteresowanych do najnowszej literatury tematu zamieszczonej na końcu rozdziału.

Rozmaitościowy model czasoprzestrzeni jest jednak zbyt ogólny, a więc i treściowo za ubogi, by mógł równocześnie być traktowany jako pełny model fizyczny. Relatywistyczne teorie czasoprzestrzeni, odgrywające w kosmologii tak bardzo istotną rolę wymagają metrycznej struktury rozmaitości i dlatego rozdział drugi poświęcony jest w całości temu zagadnieniu dając wnikliwą charakterystykę tzw. metrycznej struktury Lorentza.

Nowoczesny wykład wielu teorii fizykalnych podawany jest współcześnie za pomocą metody wiązek włóknistych. Mając to na względzie, rozdział trzeci przypomina w sposób

zwięzły istotne elementy tej metody po to, aby za jej pomocą można było w rozdziale czwartym wyłożyć ogólną teorię względności. Wykład taki upodabnia einsteinowską teorię grawitacji do innych teorii cechowania współczesnej fizyki, a równocześnie uwypukla swoistość teorii Einsteina jako teorii wiązki reperów nad czasoprzestrzenią.

Dwa ostatnie rozdziały omawianej książki stanowią zastosowanie dotychczasowych rozważań do bezpośrednich analiz globalnej struktury Wszechświata, a więc tego, co w powszechnym przekonaniu uchodzi za konstruowanie modeli kosmologicznych. Ukazują one wyraźną zależność tego rodzaju analiz od przyjętego uprzednio aparatu matematyczno-fizykalnego. W rozdziale piątym zrealizowana została przyjęta w książce idea kosmologii jako nauki o globalnej strukturze Wszechświata, przy czym globalność jest rozumiana podwójnie: jako nielokalna geometria czasoprzestrzeni oraz jako zbiór wszystkich możliwych rozwiązań równań pola einsteinowskiej teorii grawitacji, czyli tzw. ensamblu Wszechświatów.

Rozdział natomiast szósty stanowi swojego rodzaju rekonstrukcję tzw. kosmologii Robertsona-Walkera za pomocą metod globalnych. Daje to nie tylko bezpośredni przykład kosmologii jako fizyki nielokalnej, ale również ukazuje znaną skądinąd kosmologię maksymalnych symetrii w nowym świetle.

Bezpośrednio po tym rozdziale Autor zamieszcza krótki, jak to nazywa, "Esej bibliograficzny" informujący o najważniejszych pozycjach kosmologicznych według działów odpowiadających zasadniczym etapom rozwoju kosmologii w naszym stuleciu. Wartościowa jest tu nie tylko sama informacja o pozycjach, ale również charakterystyka każdej z nich zarówno co do zawartości treściowej, jak i roli, jaką odegrała w rozwoju kosmologii. Eseju tego nie należy jednak utożsamiać z bardzo obszerną i doprowadzoną dzięki specjalnemu uzupełnieniu do końca 1987 roku bibliografią znajdującą się na końcu książki. Bibliografia ta zawiera pozycje zarówno polskie, jak i obcojęzyczne dotyczące nie tylko bezpośrednich zagadnień kosmologicznych,ale również ich szeroko pojętych podstaw teoretycznych.

Pewną osobliwością książki jest zamieszczony przy końcu obszerny, bo dorównujący średniemu rozdziałowi, dodatek ukazujący swoistą logikę rozwoju teorii czasoprzestrzeni od fizyki Arystotelesa po ogólną teorię względności. Jest to

więc interesujące uzupełnienie od strony historycznej rozważanego w książce zagadnienia struktury czasoprzestrzeni.

Jak widać, omawiana książka nie jest w ścisłym tego słowa znaczeniu podręcznikiem kosmologii, ale raczej pewnego rodzaju monografią konsekwentnie realizującą przyjętą wizję kosmologii jako fizyki nielokalnej za pomocą bardzo nowoczesnego języka matematycznego.

Jest to zapewne nowość w literaturze kosmologicznej, i to nie tylko krajowej. Kosmologia stała się już tak daleko zaawansowaną nauką, że możliwa jest już obecnie pewna ogólniejsza refleksja nad jej istotą, zadaniami i osiągnięciami. Książka przyjmując określoną koncepcję kosmologii nie tylko porządkuje, ale i nadaje sens nieraz bardzo odległym od siebie problemom badawczym wiążąc je w pewną spójną całość ukierunkowaną na badanie struktury Wszechświata globalnymi metodami matematycznymi.

Z tej więc racji książka dając ogólną wizję kosmologii staje się doskonałym przewodnikiem po zakamarkach nowoczesnego aparatu matematycznego warunkującego faktyczne uprawianie nauki o Wszechświecie. Stara się bowiem ukazać funkcjonowanie tego aparatu w procesie konstruowania globalnej wizji Wszechświata, co jest bardzo cenne zwłaszcza dla tych, którzy rozpoczynają dopiero swoje głębsze zainteresowania współczesną kosmologią przyrodniczą. Dużą pomocą w tym jest jasność i przejrzystość wykładu zdradzająca wiedzę ogromną Autora i doskonałą orientację w problematyce, i to nie tylko w ściśle kosmologicznej, ale i matematyczno-fizykalnej oraz historyczno-filozoficznej.

Na koniec należy zaznaczyć, że omawiana praca nie podejmuje wielu szczegółowych zagadnień kosmologicznych, takich jak np. fizyka wczesnego Wszechświata czy kosmologia obserwacyjna, gdyż wykraczałoby to poza ramy nakreślone tematem. Niemniej wydaje się, że dobrze byłoby przedstawić zagadnienia te w świetle przyjętej koncepcji kosmologii, co dałoby dopiero pełny obraz bogactwa współczesnej problematyki kosmologicznej. Czekając na ukazanie się tego rodzaju monografii, cieszyć się należy ze wzbogacenia polskiej literatury kosmologicznej nową, tak bardzo cenną pozycją.

Józef Turek